

畑栽培におけるイネ品種の葉面生長に関する作物生態学的研究
岡見翠（農研機構九州沖縄農業研究センター）

近年、世界的に気候変動や産業構造の変化によって稲作に利用可能な水資源が逼迫しており、灌漑水田であっても常時湛水を維持できない地域が急増している。このため、より少ない水資源でより多くの収量を上げる節水稲作技術の確立が喫緊の課題となっている。イネの畑栽培は、現在報告されている節水稲作技術の中でも極めて有望であり、代掻きを行わず湛水も全くしないために、灌漑水田稲作と比較して50%以上の灌漑用水を節約できる。他方で、化学肥料と補助灌漑の投入によって集約的な栽培を行った場合、灌漑水田と同等の高収量の達成が期待できる。このような背景から、本研究は、特に葉面生長に着目し、畑栽培において高収量を安定的に得るための形質を明らかにすること、そして今後の育種の方向性と選抜指標を提示することを目標として行われたものである。また、潜在収量の高いインディカ改良水稻品種をもとに、提示された育種の方向性と選抜指標の有効性を実際に確認することを目的としてさらに研究が進められた。その研究業績の内容は以下に要約される。

1. 畑条件に対するイネ品種の葉面生長反応とその意義

近年、集約的なイネの畑栽培（直播＋非湛水条件）では、多収性水稻品種の導入により、灌漑水田栽培並みの高収量を達成できることが明らかとなってきた。しかし、収量は概して不安定で、地域・年間間差異が大きいことが報告されているが、その理由は分かっていない。そこで始めに、栽植方法（移植、直播）と水管理（湛水条件、非湛水・湿潤条件、非湛水・弱乾燥条件）の違いが、インディカ改良水稻品種タカナリの収量と葉面生長に及ぼす影響を検討した。その結果、タカナリの収量に対しては、栽植方法よりも水管理の方が大きな影響を及ぼすことを明らかにした（業績3）。さらに、生長解析によって、非湛水条件においては、たとえ軽微であっても土壤乾燥が葉面生長を抑制し、それが収量に影響することを示した。

続いて、畑条件への適応性には遺伝的変異があることが報告されているため、生態型や亜種が異なる9品種について、水田条件と畑条件における収量と葉面生長を比較した。そして、インディカ改良水稻品種は、畑条件においても水田条件に匹敵する高収量を達成し得るが、収量の安定性に劣ることを確認した（業績1）。その上で、畑条件では、栄養生長期の葉面積指数の高さが収量の安定性に関係することを明らかにした。これらから、集約的なイネの畑栽培においてインディカ改良水稻品種の潜在収量の高さを安定して発揮させるためには、遺伝的改良によって栄養生長期の葉面生長を高めることが有効であると考えられた。

2. 畑条件下の葉面生長に寄与する形態形質

上述の9品種について畑条件における莖数と莖あたり葉面積の経時的変化を調査し、葉面積指数の増加のために重要となる形態的要因を検討した。その結果、畑条件では、葉面積指数は莖あたり葉面積と正の相関関係にあった。そこで、世界のイネ・コアコレクション（農業生物資源研究所・ジーンバンク）を含む91品種を供試して圃場試験を行い、栄養生長期の葉面積指数と形態形質との関係を検証した。その結果、9品種の場合と同様に畑条件においては葉面積指数と莖あたり葉面積の間に正の相関関係が認められた（業績2）。これらから、畑条件において葉面積指数を高めるためには、個葉葉面積や莖あたり葉面積の大きい品種の選択が有効であると考えられた。熱帯ジャポニカ品種は、インディカ品種や温帯ジャポニカ品種と比べて、表層土壤が頻繁に乾燥する条件でも、莖あたり葉面積の維持に優れたため、集約的なイネの畑栽培において遺伝資源として有用であると考えられた。

3. 畑条件下の分げつ発育の品種間差異とそれに関与する要因

集約的なイネの畑栽培において、土壤水分に対する葉面生長の反応は、表層土壤の乾燥に対する反応と、灌水に対する反応から成る。そこで、圃場試験およびフィリピン・国際稲研究所におけるポット試験を通じて、土壤乾燥とその後の灌水に対する葉面生長反応を、インディカ改良水稻品種と熱帯ジャポニカ改良水稻系統とで比較した。その結果、畑条件においては、土壤乾燥後の灌水によって、インディカ改良水稻品種では莖数増加に、熱帯ジャポニカ改良水稻系統では各莖の生長に、非構造性炭水化合物や新規の同化産物が優先的に分配されることで、葉面生長が促進されることを明らかにした（業績5）。熱帯ジャポニカ改良水稻系統で見られた各莖への優先的な同化産物の分配は、個葉葉面積および莖あたり葉面積の維持あるいは増加に寄与することから、土壤水分が変動しやすい畑栽培では適応的な反応であると考えられた。

また、研究を進める中で、畑条件における群落構造と群落内の葉身窒素濃度の垂直分布についても検討した。その結果、インディカ改良水稻品種は、畑条件において、①草高が低く、群落中央の葉面積密度が高いこと、②窒素吸収量は高いものの、群落上層の葉身窒素濃度は必ずしも高くはないことを明らかにした（業績6）。そして、このような物質生産の上で効率的ではないと考えられる群落構造と葉身窒素濃度の垂直分布には、上述の土壤水分の変動に対する分げつ発育の応答が関係していることを指摘した。

4. 草型の異なる染色体断片挿入系統の畑条件下の葉面生長

遺伝的改良による個葉葉面積の拡大が、畑条件におけるインディカ改良水稻品種の葉面生長の改善に寄与するか否かを検証するため、IR64を遺伝的背景として熱帯ジャポニカ改良水稻系統New Plant Type由来の染色体断片を交雑導入したIR64染色体断片挿入系統（YTH323）を供試した。その結果、多様な水・窒素条件において、YTH323は、IR64よりも栄養生長期の葉面生長に優れ、収量を高く維持することを認めた（業績4）。すなわち、New Plant Typeの持っている形質を導入することによって葉面積が増加し、それにより収量が大きく維持された。したがって、集約的なイネの畑栽培においては葉面生長の確保が必須であり、そのためには個葉葉面積および莖あたり葉面積の拡大が重要な役割を果たすことを確認した。

以上のように、岡見氏は、主に圃場試験における綿密なイネ品種の形態形質の評価を通じて、畑栽培下の収量形成に対する葉面生長の意義を明らかにするとともに、インディカ改良水稻品種の収量安定性を高めるための方策と畑栽培に適した品種の選抜指標を提示した。これらの新たな知見は、水資源の節約と安定多収の両立を目指す節水稲作技術の開発に寄与すると判断される。さらに乾田直播技術への応用やインディカ品種の利用を含めた多収栽培技術の確立への応用など、今後のさらなる発展が期待できる。したがって、本研究は日本作物学会奨励賞に値する業績と評価される。

研究業績

1. Okami, M., Kato, Y., Yamagishi, J. 2011. Role of early vigor in adaptation of rice to water-saving aerobic culture: effects of nitrogen utilization and leaf growth. *Field Crops Res.* 124: 124-131.
2. Okami, M., Kato, Y., Yamagishi, J. 2012. Allometric relationship between the size and number of shoots as a determinant of adaptations in rice to water-saving aerobic culture. *Field Crops Res.* 131: 17-25.

3. Okami, M., Kato, Y., Yamagishi, J. 2013. Grain yield and leaf area growth of direct-seeded rice on flooded and aerobic soils in Japan. *Plant Prod. Sci.* 16: 276-279.
4. Okami, M., Kato, Y., Kobayashi, N., Yamagishi, J. 2014. Agronomic performance of an IR64 introgression line with large leaves derived from New Plant Type rice in aerobic culture. *Eur. J. Agron.* 58: 11-17.
5. Okami, M., Kato, Y., Kobayashi, N., Yamagishi, J. 2015. Morphological traits associated with vegetative growth of rice (*Oryza sativa* L.) during the recovery phase after early-season drought. *Eur. J. Agron.* 64: 58-66.
6. Okami, M., Kato, Y., Yamagishi, J. 2016. Canopy architecture and leaf nitrogen distribution of rice (*Oryza sativa* L.) under chronic soil water deficit. *J. Agron. Crop Sci.* 202: 464-471.